

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
＜2020年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：和歌山大学ソーラーカープロジェクト

ミッション名：電装ミッション

ミッションメンバー：システム工学部2年吉田理子, システム工学部2年谷口知弥, システム工学部2年中内仁香

キーワード：BWSC、遮断回路、灯火類、テレメトリシステム、目標変更

1. 背景と目的

当プロジェクトは、オーストラリアで隔年開催されるソーラーカーレースの世界大会「Bridgestone World Solar Challenge(以下 BWSC)」の2021年度大会で優勝できるマシンを製作することを最終目標としていた。

BWSCは公道を走行するレースである為、一般車と同レベルの厳しい安全基準のレギュレーションを満たすマシンを製作し、車検を乗り越えることで出場資格を得る必要がある。更に、その車検を確実に乗り越えるためには、安全面に直結するために特にレギュレーションの基準が厳しい「遮断回路」、「灯火類」の製作が課題となってくる。これらは、もしも“ブレーキを踏んでも減速できない”などの緊急事態が起こった際に必ず作動しなければならないシステムや、公道を走る際に“最低限”必要なものである。車検を通過するという大会としての目的だけでなく、ドライバーを担当するメンバーの安全を保障する為にも、確実に高性能なものを製作することが必要不可欠である。

加えて、BWSCに出場する車体を製作するにあたり重要な点として、使える電力量が限られていることがあげられる。つまり、レースで結果をだすには一定量のエネルギーを効率よく消費しながら走行することも必要である。そのためには、レースまでに自分たちの車体の様々な状況でのエネルギー消費傾向を把握し、さらには開催地であるオーストラリアの条件での電力消費を計算・予測し、実際のレース走行中に得られる消費量の値とその予測との比較をおこなうことで、レース展開について細かな戦略をたてることが重要である。そこで、走行中に得られる様々なデータをリアルタイムに遠隔で確認するための「テレメトリシステム」を、オーストラリアでも使用可能な手段を用いて、現状使用している物よりもさらに細かなデータに対応したより高性能なものとして新たに製作する必要がある。

以上より、今年度は遮断回路と灯火類、テレメトリシステムの3点の製作を中心的に行うことを主な目的として活動することとした。

2. 活動内容

上記のような目的を持ち活動をスタートさせたが、コロナウイルスの影響による活動時間の短縮や人数制限など課外活動に様々な面で制限がかかり、さらには11月下旬より本格的に白浜空港での試走等の課外活動や学校での製作活動が一切できなくなってしまった為に、2021年に予定していたBWSCへの出場を2023年へ延期することとなった。また、2021年にはBWSCの代わりにソーラーカーレース鈴鹿2021へ、うめ☆号(2019年に同大会へ出場した際の車体)を流用し参加することに目標を変更した。これらの理由により、製作内容が変更され灯火類・バッテリー関連の設計に関する活動を中心に行った。

まず灯火類では、国際的な基準として知られている SAE や DOT、UNECE Regulations などの高いレベルでのレギュレーションを満たす照度で確実に指定された範囲を照らせるようにしなければならない。また、これらは適合マークまたは認証エンジニアにより適合を証明されている必要がある。

ソーラーカーに最低限装着するものとしては、

- ・リアストップランプ×2 (赤色)
- ・ハイマウントストップランプ
- ・前後左右・側方の方向指示灯 (オレンジ色)
- ・デイライト×2 (白色)

の4点がある。また、それぞれ装着位置が高さや間隔、角度などが細かく設定されており指定された範囲を照らさなければならない (表 1)。

2.24.4 Solar cars must have the correct type of lamp in each position. Lamps must be mounted with the correct orientation so that the photometric requirements of UNECE Regulations 6, 7 and 87, or the SAE/DOT equivalents, are met.

<u>Lamp</u>	<u>UNECE category</u>	<u>SAE/DOT type</u>
Front indicators	1, 1a, 1b	I3, I4, I5
Rear indicators	2a, 2b	I6
Side indicators	5, 6	E2
Stop lamps	S1, S2	S
Central stop lamp	S3	U3
Daytime running lamp	RL	Y2

Lamp position and visibility requirements are based on UNECE Regulation 48.

表 1 2021 Bridgestone World Solar Challenge Regulations より引用

Direction indicator of category	Minimum luminous intensity in cd	Maximum luminous intensity in cd when used as	
		Single lamp	Lamp (single) marked "D" (see paragraph 4.2.2.3. above)
1	175	1000	500
1a	250	1200	600
1b	400	1200	600
2a (steady)	50	500	250
2b (variable)	50	1000	500
5	0.6	280	140
6	50	280	140

表 2 UNECE レギュレーションの方向指示器のカンデラ数指定表

BWSC のレギュレーションより前方方向指示器は 1,1a,1b を参照しなければならないことになっているが、これはヘッドライトとの距離に影響されるものである。ソーラーカーにはヘッドライトはないので、今回は表 2 の UNECE 基準より「1」を参照する。すなわち、約 400cd を満たせばレギュレーションを通過することができるかとみなす。よって、高出力の LED をはんだづけすることでモジュール化することで条件を満たすライトを作ることとした。

次にバッテリーに関しては、2019 年に出場した大会で使用したバッテリーが消耗しており、流用が不可能となってしまった為に新たに組みなおすこととなった。

バッテリーに関して車体搭載までに行わなければならない作業は大まかに以下の 3 点である。

- ① 直並列数を決定
- ② バッテリーボックスの設計・製作
- ③ スポット溶接（治具の設計・製作も含め）



画像 1 Sanyo 製「18650GA」

まず①に関して、我々のプロジェクトでは画像 1 のような Sanyo の 18650GA というバッテリーを使用している。これを最大 420 本（最大重量がレギュレーションによって定められている）以内で自由な直並列数を決定し、いくつかのバッテリーを並列に繋ぎセルを作成。このセルをいくつか直列に繋いでモジュールを作成することでソーラーカーを駆動、ソーラーパネルからの発電をためることができる。また、バッテリーの最大電圧＝最高速度となるなど、直並列の決定はレースに大きく関わる部分であるといえる。よって過去のレースデータや目標順位など様々な情報により慎重に設定しなければならない。その上で今回は、2023 年の BWSC でのサブバッテリーとしての流用を視野に入れている為、2019 年にソーラーカーレース鈴鹿に出場した際に設定した 20 並列 21 直列ではなく 2023 年の BWSC に適した 18 並列 23 直列に決定することとした。

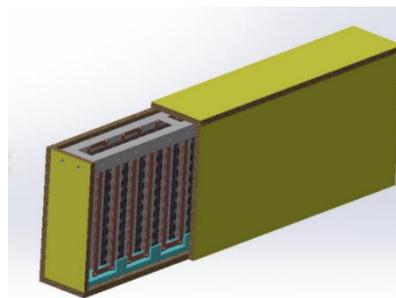
次に②のバッテリーボックスに関して 2019 年に製作した際の反省点である、

- ・バッテリーに負荷がかかっている
- ・バッテリーの出し入れが不自由である
- ・整備性の向上

などを考慮して新たに設計段階から作り変えることとした。



画像 2 2019 年製作のバッテリーボックス



画像 3 設計中のバッテリーボックスの 3DCAD 図面

なお、バッテリーに固定している銅板で本体を支えるため、ボックス内側（バッテリーのモジュールとボックス側面との間）に治具を製作した。また、開閉方法を 2019 年度の開閉部分を上面とすれば今回は側面に変更。

3. 活動の成果や学んだこと

バッテリーボックスを新たに作り変えたことで、内側に作成した治具に力が加わるため、バッテリー本体にかかる負荷を大幅に減少することができる。また、開閉方向を変えることで、取り出し口が大きくなり、バッテリーに対する配線の接続方向も変わるために、取り出しやすさや整備性など作業効率を大幅に UP させる設計となった。また、設計の過程で学んだこととして製作技術を向上し知識を増やすことにより設計の幅は大きく広がるため、今後の課題として強度を確保できる上に軽量で様々な形状を実現できる CFRP を用いた製作技術の向上が必要不可欠であると感じた。

4. 今後の展開

今回上げた灯火類に関して、取付け位置を車体モックアップを用いて照度範囲や光度を測定しながら検証を繰り返す。また、装着に関してソーラーカーは車体の空気抵抗の少しの差がエネルギー消費に影響を与えるため、車体表面にできるだけ段差を着けずに実装し確実な照度を実現する必要がある。さらには、バッテリーボックスの製作、バッテリーのスポット溶接、テレメトリシステムの開発、配線の基盤化など実際に行わなければならない作業はたくさんある。これらを完成することで 2021 年に開催される予定のソーラーカーレース鈴鹿に出場。その後、2024 年 BWSC 出場に向けてレギュレーションを通過し完走できるだけの車体をできるだけ早く作り上げる。

5. まとめ

今年に関してはコロナウイルスの関係で活動のほとんどが自粛となり、リモートで可能な限りでしか動けず、大会も中止となり思うように作業ができませんでした。来年度以降は学校での作業ができるようになると思うので、2021 年の鈴鹿・2023 年の BWSC に向けて灯火類・テレメトリ・バッテリーの扱いなどしっかりと学ぶ準備していきたい。